

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Oktober 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/089746 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B64C 27/33**,
27/48, 27/28

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003641

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2004 (06.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 16 094.9 8. April 2003 (08.04.2003) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EUROCOPTER DEUTSCHLAND GMBH**
[DE/DE]; Industriestrasse 4, 86609 Donauwörth (DE).

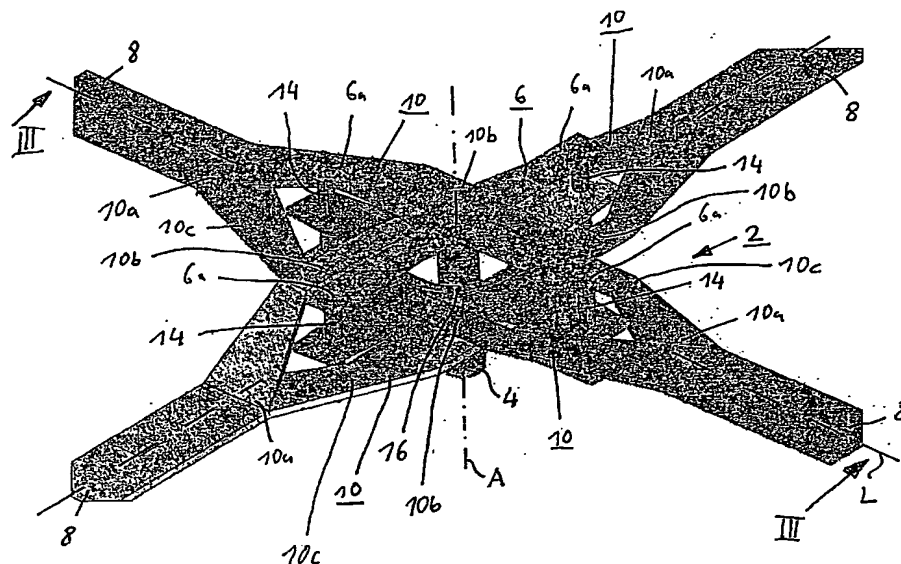
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BECKER, Gerold**[DE/DE]; Aufkirchner Strasse 10A, 82216 Maisach (DE).
PFALLER, Rupert [DE/DE]; Waldparkstrasse 39c,
85521 Riemerling (DE).(74) Anwalt: **DUSCHEK, Horst**; EADS Deutschland GmbH,
Patentabteilung, 81663 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: NON-ARTICULATED ROTOR AND ROTORCRAFT COMPRISING A ROTOR OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: GELENKLOSER ROTOR SOWIE DREHFLÜGELFLUGZEUG MIT EINEM SOLCHEN ROTOR



(57) Abstract: The invention relates to a non-articulated rotor, in particular for a rotorcraft. Said rotor comprises: a rotor head (2), a rotor mast (4) with a rotor axis (A), a torque-transmission element (6) that is rotationally fixed to the rotor mast (4), at least one rotor blade (8) and a rotor-blade connection on the rotor head side comprising a blade-connection eye (10) that conveys centrifugal forces, said eye surrounding the rotor axis (A) and the rotor mast (4) and being rotationally fixed (12, 14) to the torque-transmission element (6).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Gelenkloser Rotor, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug, umfassend: einen Rotorkopf (2), einen Rotormast (4) mit einer Rotorachse (A), ein drehfest mit dem Rotormast (4) verbundenes Drehmomentenübertragungselement (6), mindestens ein Rotorblatt (2) und einen rotorkopfseitigen Rotorblattanschluss mit einer fliehkraftabtagenden Blattanschlusschlaufe (10), welche die Rotorachse (A) bzw. den Rotormast (4) umschlingt und mit dem Drehmomentenübertragungselement (6) drehfest verbunden (12, 14) ist.

Gelenkloser Rotor sowie Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor

5 TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft einen gelenklosen Rotor sowie ein Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor.

10 STAND DER TECHNIK

- Auftriebserzeugende Rotorblätter eines gelenklosen Rotors für ein Drehflügelflugzeug werden überwiegend aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Die Rotorblätter werden im laufenden Rotorbetrieb in verschiedenen Richtungen
- 15 ausgelenkt und dadurch stark belastet. Das Rotorblatt besitzt an seinem zu einem Rotorkopf hin weisenden Ende zumeist ein Strukturelement mit einem schlag- und schwenkweichen Bereich, das Bewegungen des Rotorblattes in einer Schlag- und Schwenkrichtung zulässt. Das Strukturelement wird auch als Flexbeam bezeichnet. Der schlag- und/oder schwenkweiche Bereich des Strukturelements
- 20 wird zusammenfassend als biegeweicher Bereich bezeichnet. In Richtung der Rotorblattlängsachse hat das Strukturelement an seinem zum Rotorkopf weisenden Ende üblicherweise einen Blattanschluss ausgebildet, der eine Verbindung zum Rotorkopf oder einer Rotorkopfplatte ermöglicht.
- 25 Der Übergang vom Blattanschluss in den biegeweichen Bereich ist zu einem Rotorblattthals ausgebildet. Das Strukturelement überträgt einerseits das Antriebsdrehmoment vom Rotorkopf auf das Rotorblatt und andererseits die im Rotorbetrieb auf das Rotorblatt wirkenden Fliehkräfte auf den Rotorkopf. Damit das Strukturelement separat gefertigt bzw. bei Beschädigung leichter
- 30 ausgetauscht werden kann, wird oft eine Trennstelle zwischen dem Strukturelement und dem Rotorblatt eingebaut. Der auftriebserzeugende

Rotorblattbereich erstreckt sich von dieser Trennstelle bis zum äußersten Ende des Rotorblattes, d.h. bis zur Rotorblattspitze hin.

Der Blatthals des Strukturelements besitzt in der Regel den schlagweichen Bereich, der eine fiktive, horizontal orientierte Achse (auch fiktives oder virtuelles Schlaggelenk genannt) bildet, um welche das Rotorblatt Schlagbewegungen ausführt. Der Abstand zwischen dem fiktiven Schlaggelenk bis zur Rotorachse wird als Schlaggelenksabstand bezeichnet. Bei konventionellen gelenklosen Rotoren ist der sog. fiktive oder virtuelle Schlaggelenksabstand relativ groß und beträgt ca. 8 bis 12 % der Länge des Rotorkreisradius, gemessen von der Rotorachse in radialer Richtung nach außen zur Blattspitze hin.

Ein großer Schlaggelenksabstand eines gelenklosen Rotors führt im Betrieb zwar einerseits zu einer hohen Steuerfolgsamkeit und Wendigkeit des Hubschraubers, andererseits aber insbesondere zu einer hohen Schlageigenfrequenz. Diese relativ hohe Schlageigenfrequenz und die daraus resultierenden Vibrationen beim lagerlosen Rotor sind nachteilig für die Flugeigenschaften des Hubschraubers und führen zu hohen Belastungen des Blattanschlusses und des Blatthalses. Blattanschluss und Blatthals müssen deshalb entsprechend stark dimensioniert sein, um der den auftretenden Beanspruchung zu widerstehen. Bei herkömmlichen Hubschrauberrotoren wird aus diesen Gründen eine niedrige Schlag- und Schwenkeigenfrequenz angestrebt.

Infolge der hohen Belastungen des Rotorblattes und Blattanschlusses beim lagerlosen Rotor und der diesbezüglich zu gewährleistenden Festigkeit dieser Komponenten ist es äußerst schwierig, den Schlaggelenkabstand zu reduzieren bzw. unter ein bestimmten Wert zu bringen. Ein geringer Schlaggelenkabstand würde bei konventionellen lagerlosen Rotoren die Haltbarkeit und Lebensdauer des jeweiligen Rotorblattes erheblich reduzieren, was nachteilig oder sogar gefährlich ist. Andererseits wäre für diverse Einsatzzwecke ein niedriger Schlaggelenksabstand jedoch erstrebenswert, da Hubschrauber mit einem

derartigen Rotor von Piloten, Besatzung und Fluggästen allgemein als komfortabler empfunden werden.

Ein großer Schlaggelenkabstands kann auch aus aerodynamischer Sicht
5 nachteilig sein, da der Gesamtluftwiderstand der von der Rotorachse bis zum
fiktiven Schlaggelenk reichenden Rotorelemente, insbesondere des o.g.
Strukturelementes, recht hoch ist und darüber hinaus dieser Bereich, der einen
relativ großer Anteil des Rotorradius einnimmt, nicht für einen aerodynamisch
wirksamen Bereich des Rotorblattes genutzt werden kann.

10

Aus der DE 19837802 C1 ist ein gelenkloser Rotor für ein Drehflügelflugzeug
bekannt, umfassend einen Rotorkopf, einen Rotormast mit einer Rotorachse, ein
drehfest mit dem Rotormast verbundenes Drehmomentenübertragungselement,
mindestens ein Auftrieb erzeugendes Rotorblatt sowie einen rotorkopfseitigen
15 Rotorblattanschluss. Bei Rotoren der zuvor genannten Art umfasst der
rotorkopfseitige Rotorblattanschluss neben dem weiter oben bereits
beschriebenen Strukturelement in der Regel mindestens zwei Bolzen, die im
Wesentlichen radial zur Rotationsachse des Rotors bzw. des Rotorblattes
angeordnet sind. Über diese Bolzen wird das Schlagmoment und das
20 Schwenkmoment abgesetzt. Das Strukturelement kann hierbei durch obere und
untere Auflageflächen auf der Rotorkopfplatte abgestützt sein. Auch bei dieser
Konstruktion existieren die zuvor erläuterten Nachteile.

Bei herkömmlichen gelenklosen Rotoren für konventionelle Hubschrauber wird
25 eine niedrige Schlag- und Schwenkeigenfrequenz angestrebt, was durch schlag-
und schwenkweiche Rotorblattanbindungen realisiert wird. Bei speziellen Rotoren,
wie z.B. Kipprotoren (auch Tilt-Rotoren genannt) von Kipprotorhubschraubern
bzw. -flugzeugen, ist aus folgenden Gründen jedoch eine andere Auslegung
anzustreben: Wird der Rotor so konzipiert, dass die Schwenkeigenfrequenz des
30 Rotors unter der sog. Anregungsfrequenz liegt, so entsteht ein erhöhtes
Anregungspotential für Boden- und Luftresonanzen. Diese
Resonanzerscheinungen werden bei herkömmlichen Rotoren durch Dämpfer

kontrolliert. Die im Gegensatz zu einer steifen Zelle eines konventionellen Hubschraubers weiche Aufhängung der Kipprotoren am Flügel eines Kipprotorhubschraubers hingegen verursacht unerwünschte Kopplungen zwischen der Flügeigenfrequenz und der Schwenkfrequenz, wenn eine Auslegung unter der Anregungsfrequenz erfolgt. Diese Gründe führen dazu, dass bei Kipprotoren ein schwenksteifer Rotor gefordert wird. Konventionelle gelenklose Rotoren sind für Kipprotoranwendungen daher nicht geeignet und würden zu Festigkeits- und Sicherheitsproblemen führen.

10 DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe beziehungsweise das technische Problem zugrunde, einen neuartigen gelenklosen Rotor zu schaffen, der über verbesserte aerodynamische und mechanische Eigenschaften sowie einen möglichst geringen fiktiven bzw. virtuellen Schlaggelenkabstand verfügt. Der Rotor soll hierbei in mindestens einer Ausführungsform auch als Kipprotor geeignet sein. Ferner soll ein Drehflügelflugzeug mit einem solchen Rotor bereitgestellt werden.

Die zuvor genannte Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch einen erfindungsgemäßen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dieser gelenklose Rotor, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug, umfasst einen Rotorkopf, einen Rotormast mit einer Rotorachse, ein drehfest mit dem Rotormast verbundenes Drehmomentenübertragungselement (z.B. einen Rotorkopfsterne, eine Rotorkopfplatte, oder dergleichen), mindestens ein Rotorblatt (vorzugsweise jedoch mehr als zwei Rotorblätter) und einen rotorkopfseitigen Rotorblattanschluss mit einer fliehkraftabtragenden Blattanschlussschleife, welche Rotorachse A bzw. den Rotormast umschlingt und mit dem Drehmomentenübertragungselement drehfest verbunden ist.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung ist der Blattanschluss also um die Rotorachse bzw. den Rotormast herum geführt. Eine Umschlingung nur der Rotorachse kann

beispielsweise dann vorliegen, wenn der Rotormast selbst in axialer Richtung unterhalb der Blattanschlussschlaufen endet und nicht direkt durch die Schlaufen hindurchgeführt, was bei bestimmten Rotormastanbindungen der Fall sein kann. Zwischen der Blattanschlussschleife und dem Rotormast besteht vorzugsweise

5 keine direkte Verbindung bzw. kein direkter Kontakt. D.h., die Blattanschlussschleife umschlingt den Rotormast vorzugsweise anbindungsfrei, wie nachfolgend noch im Detail erläutert werden wird. Zur Lastabtragung der Rotorblatt-Fliehkräfte ist die Blattanschlussschleife entweder mit dem Drehmomentenübertragungselement (bzw. einer Komponente davon) und/oder

10 direkt oder indirekt (z.B. über ein Zwischenelement) mit der Blattanschlussschleife von mindesten einem weiteren Rotorblatt verbunden. Die Blattanschlussschleife geht an ihrer der Rotorblattspitze zugewandten Seite zweckmäßiger Weise in einen Schlaufenfußbereich oder einen Rotorblatthals über bzw. besitzt eine Trennstelle zur lösbaren Anbindung an einen

15 Rotorblatthals.

Der erfindungsgemäße gelenklose Rotor verfügt über verbesserte aerodynamische und mechanische Eigenschaften sowie einen sehr geringen fiktiven bzw. virtuellen Schlaggelenkabstand. Mittels der Blattanschlussschleife

20 des erfindungsgemäßen Rotors sind auch bei einem mehrblättrigen Rotor identische Rotorblattanschlüsse bereitstellbar. Über die Blattanschlussschleife ist ein jeweiliges Rotorblatt sehr biegeweich bzw. mit einer größeren Anschlussweichheit und mit einem kleinen, d.h. gegenüber konventionellen gelenklosen Rotoren erheblich verringerten fiktiven Schlaggelenksabstand, am

25 Rotorkopf zu befestigen.

Da die Blattanschlussschleife in der Regel keine direkte Anbindung zum Rotormast besitzt, also gegenüber dem Rotormast frei beweglich ist, und baulich sehr flach und aerodynamisch günstig ausführbar ist, kann sich die Schleife bis

30 zur Rotorachse - oder sogar über die Rotorachse hinweg - in Schlagrichtung nahezu ungehindert elastisch verbiegen. Der daraus resultierende fiktive Schlaggelenkabstand kann deshalb bis zu 0% betragen. Dadurch ist ohne

diskrete Bauteile und nur durch die Elastizität bzw. Biegsamkeit der Blattanschlussschlaufe und/oder angrenzender Rotorblattbereiche z.B. ein sog. Gimbalrotor realisierbar. Ein Rotor mit einem geringen Schlaggelenkabstand wird von Passagieren eines Drehflügelflugzeugs vom Flugverhalten her als angenehm empfunden. Zudem gestattet die erfindungsgemäße Ausgestaltungsweise eine Reduzierung der am Rotor auftretenden Vibrationen und eine Verbesserung des Flugverhaltens bzw. der Flugeigenschaften.

Die Blattanschlussschlaufe bzw. ihr Schlaufenfußbereich kann überdies ein fiktives Schwenkgelenk ausbilden und zudem bei Bedarf sehr verdrehweich ausgestaltet werden, so dass sich auf einfache Art und Weise eine lagerlose Blattwinkelverstellung realisieren lässt. Die Blattanschlussschlaufe bzw. Teilbereiche davon können also zusätzlich die Funktion eines sehr kurzen und kompakten Drillelementes zur Blattwinkelverstellung übernehmen. Zumindest Teilbereiche der Blattanschlussschlaufe und/oder angrenzender Rotorblattbereiche können hierbei z.B. durch eine sog. Steuertüte verkleidet sein.

Darüber hinaus ist die zur Ausbildung des virtuellen Schlaggelenks erforderliche Teillänge des zur Verfügung stehenden Rotorkreisradius gegenüber konventionellen gelenk- bzw. lagerlosen Rotoren sehr gering. Die so eingesparten Abschnitte des Rotorkreisradius stehen ergo für aerodynamisch wirksame Profilbereiche eines Rotorblattes zur Verfügung. Der Luftwiderstand wird somit reduziert und der Auftrieb erhöht. In Verbindung mit der per se sehr dünn bzw. flach ausführbaren Bauweise der Rotorblattanschlussschlaufe wird folglich die aerodynamische Güte des Rotors verbessert. Der erfindungsgemäße Rotor kann grundsätzlich sowohl mit einer hohen als auch geringen Schwenksteifigkeit ausgestaltet werden, wobei die Schlag- und Schwenksteifigkeit nahezu unabhängig voneinander konstruktiv voreinstellbar ist. Die breite Schlaufenform des Blattanschlusses bzw. des Schlaufenfußbereichs sowie weitere in diesem Zusammenhang mögliche bauliche Maßnahmen, die nachstehend im Detail erläutert werden, ermöglichen jedoch insbesondere die einfache Ausführung einer schwenksteifen Anbindung der Rotorblätter an den Rotorkopf.

Dies ist in Verbindung mit dem erzielbaren geringen Schlaggelenkabstand von bis zu 0% für spezielle Anwendungsfälle, wie zum Beispiel bei einem Kipprotor für einen Kipprotorhubschrauber oder ein Kipprotorflugzeug, von großem Vorteil.

- 5 Denn auf diese Weise lassen sich die ansonsten beim Kippen des Kipprotors in Verbindung mit einer Schlagbewegung des Rotorblattes entstehenden Schwenkverformungen aus Corioliskräften vermeiden. Somit ist eine den auftretenden Belastungen vorteilhaft angepasste Bauweise und eine hohe Festigkeit des Rotors bei gleichzeitig geringem Gewicht erreichbar. Bei einer
- 10 schwenksteifen Konstruktion eines Rotors mit großem Schlaggelenkabstand und folglich ungeminderter Corioliskraft hingegen kann es u.U. unmöglich werden, eine hinreichende Stabilität des Kipprotors zu gewährleisten.

- Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Schlaufenprinzips ist es des Weiteren möglich,
- 15 den Rotormast sowie ggf. weitere Zusatzelemente der Blattanschlussschlaufe fliehkraftfrei,, d.h. von dem im laufenden Rotorbetrieb auf die Rotorblätter wirkenden sehr hohen Fliehkräfte unbelastet, zu halten. Dies wird nachfolgend noch ausführlich beschrieben werden. Diese vorteilhafte Wirkung ist insbesondere bei mehrblättrigen Rotoren sehr einfach zu erzielen. Je nach Ausgestaltungsweise
- 20 des Rotors können sich die Fliehkräfte von jeweils gegenüberliegenden Rotorblättern sogar gegenseitig aufheben. Die Fliehkraft wird hierbei sehr günstig über den relativ großen Schlaufendurchmesser, der mindestens dem Durchmesser des Rotormastes entspricht, in der Regel aber größer sein sollte, abgesetzt.

25

Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale des erfindungsgemäßen Rotors sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 18.

- Die oben genannte Aufgabe wird gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch ein
- 30 erfindungsgemäßes Drehflügelflugzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 19. Mit dem erfindungsgemäßen Drehflügelflugzeug sind im Wesentlichen die gleichen

Vorteile zu erzielen, wie sie bereits weiter oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Rotor erläutert wurden.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit zusätzlichen
5 Ausgestaltungsdetails und weiteren Vorteilen sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

10 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer ersten Ausführungsform;

15

Fig. 2 eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines einzelnen Rotorblattanschlusses des Rotors von Fig. 1;

20

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht des Rotors von Fig. 1 in Blickrichtung der Pfeile III-III in Fig. 1; und

Fig. 4 eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer zweiten Ausführungsform.

25

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

In der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren werden zur Vermeidung von Wiederholungen gleiche Bauteile und Komponenten auch mit gleichen
30 Bezugszeichen gekennzeichnet, sofern keine weitere Differenzierung erforderlich ist.

Fig. 1 zeigt eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen gelenklosen Rotors gemäß einer ersten Ausführungsform. In der Fig. 2 ist eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines einzelnen Rotorblattanschlusses des Rotors von Fig. 1 veranschaulicht. Der erfindungsgemäße gelenklose Rotor, der hier gleichzeitig als lagerloser Rotor ausgestaltet ist, umfasst einen Rotorkopf 2, einen Rotormast 4 mit einer Rotorachse A und ein drehfest mit dem Rotormast 4 verbundenes Drehmomenten-übertragungselement 6, welches in diesem Beispiel als ein kreuzförmiger Rotorkopfstern 6 mit vier Armen 6a ausgestaltet ist. Ferner ist der Rotor mit vier gleichartigen Rotorblättern 8 ausgestattet, von denen jedes einem jeweiligen Arm 6a zugeordnet ist.

Für jedes Rotorblatt 8 umfasst der Rotor einen rotorkopfseitigen Rotorblattanschluss mit einer fliehkraftabtragenden Blattanschlussschleufe 10, welche den Rotormast 4 anbindungsfrei umschlingt und mit dem Rotorkopfstern 6 drehfest verbunden ist. Die Blattanschlussschleufe 10 ist im Wesentlichen aus Faserverbundwerkstoff gefertigt und bildet ein Strukturelement mit einem schlag-, schwenk- und torsionsweichen Bereich. Wie in den Fig. 1 und 2 erkennbar, erstreckt sich die Blattanschlussschleufe 10 in Längsrichtung L des zugehörigen Rotorblattes 8 und ist in diesem Ausführungsbeispiel integraler Bestandteil des Rotorblattes 8. Grundsätzlich kann die Blattanschlussschleufe 10 jedoch auch als ein vom Rotorblatt 8 separates Bauteil ausgestaltet sein und zum Beispiel über eine Trennstelle lösbar mit dem Rotorblatt 8 verbunden werden. Wie in den Zeichnungen erkennbar, ist die Blattanschlussschleufe 10 länglich ausgebildet. Die Schlaufenöffnung liegt in einer zur Rotorachse A im Wesentlichen parallelen Richtung. Die Blattanschlussschleufe 10 ist in diesem Fall in sich geschlossen ausgebildet und geht an ihrer einer Rotorblattspitze (nicht gezeigt) zugewandten Seite in einen Schlaufenfußbereich 10a über, der an einen Rotorblatthals angrenzt. An diesem Schlaufenfußbereich 10a laufen die beiden Schlaufenarme 10b, 10c des Schlaufenstrangs allmählich zusammen.

Grundsätzlich kann die Blattanschlussschlaufe 10 jedoch auch offen ausgebildet sein und über mindestens ein Schlaufenschließelement zum Verschließen der offenen Blattanschlussschlaufe 10 verfügen. Zum Beispiel ist es denkbar, dass die jeweilige Blattanschlussschlaufe 10 an ihrem Schlaufenfußbereich 10a
5 aufgeschlitzt ist, so dass bei einem mehrblättrigen Rotor die Schlaufen 10 durch ineinanderstecken in der in Fig. 1 gezeigten Konfiguration montiert werden können. Durch geeignete Verbindungsmittel, z.B. Verschraubungen könnte der offene Blattanschlussstrang 10 dann wieder geschlossen werden. Auch eine zwei- oder mehrteilige Schlaufenkonstruktion ist denkbar.

10

Die jeweilige Blattanschlussschlaufe 10 und ihr Schlaufenfußbereich 10a besitzen einen abgeflachten, streifenförmigen Querschnitt. Dadurch ist die Blattanschlussschlaufe 10 in Schlagrichtung der Rotorblätter 8 biegeweich bzw. schlagweich und in Schwenkrichtung biegesteif bzw. schwenksteif ausgebildet.
15 Gleichzeitig ergibt sich im Blattanschlussbereich eine relativ hohe Torsionsweichheit, was für eine lagerlose Blattwinkelverstellung von Vorteil ist.

Wie besonders deutlich aus Fig. 2 hervorgeht, besitzt die Blattanschlussschlaufe 10 einen von der Achse A des Rotormastes 4 radial beabstandeten
20 Verbindungsabschnitt 12, der hier als dünne bzw. flache, schwenksteife Verbindungslasche 12 ausgestaltet und in Längsrichtung L des Rotorblattes 8 an der der Rotorblattspitze abgewandten Seite der Blattanschlussschlaufe 10 angeordnet ist. An dieser Verbindungslasche 12 ist die Blattanschlussschlaufe 10 über einen Bolzen 14, der sich durch eine Bohrung oder Öffnung in der
25 Verbindungslasche 12 erstreckt, oder ein anderes geeignetes Verbindungselement drehfest mit dem Rotorkopfsterne 6 bzw. dessen Armen 6a verbunden (vgl. Fig. 1). Die Bohrung oder Öffnung kann in radialer Richtung des Rotors in geringfügigem Maße als Langloch ausgeführt sein.

30 Die Länge der Verbindungslasche 12 und damit der radiale Abstand zur Rotorachse A sowie die Dicke der Verbindungslasche 12 beeinflusst hierbei den fiktiven Schlaggelenksabstand und die Schlagsteifigkeit, die Länge und Breite die

Schwenksteifigkeit. Die Schwenksteifigkeit wird zusätzlich auch durch den gegenseitigen Abstand der Schlaufenarme 10b, 10c sowie der Breite des Schlaufenfußbereiches 10a beeinflusst.

- 5 Wie in Fig. 1 veranschaulicht, sind die Blattanschlussschlaufen 10 der Rotorblätter 8 ineinanderhängend ausgebildet bzw. ineinandergeschachtelt oder hängen im montierten Zustand des Rotors ineinander. Diese Ineinanderschachtelung kann bei in sich geschlossenen Blattanschlussschlaufen 10 entweder bei deren Fertigung oder bei zu öffnenden Schlaufen bei deren Montage erfolgen.

10

- Aus den Fig. 1 und 2 geht ein weiteres wichtiges Ausgestaltungsdetail des erfindungsgemäßen Rotors hervor. Wie in diesen Zeichnungen verdeutlicht, erstreckt sich der Rotormast 4 im Bereich des Rotorkopfes 2 anbindungsfrei bzw. berührungslos durch eine ringartige Fliehkrafthülse 16 hindurch. Und die jeweilige
- 15 Blattanschlussschleife 10 ist derart um die Fliehkrafthülse 16 herum gelegt, dass der Innenumfang des um den Rotormast 4 und die Fliehkrafthülse 16 verlaufenden Schlaufenabschnitts großflächig am Außenumfang der Fliehkrafthülse 16 anliegt. Bei dem vierblättrigen Rotor des vorliegenden Ausführungsbeispiels umschlingen die Blattanschlussschlaufen 10 die
- 20 Fliehkrafthülse 16 also jeweils um einen Winkel von 90° versetzt.

- Zwischen der Fliehkrafthülse 16 und dem Rotormast 4 besteht, wie gesagt, keine direkte Anbindung, was hier dadurch erreicht ist, dass der Innendurchmesser der Fliehkrafthülse 16 größer als der Außendurchmesser des Rotormastes 4 ist und
- 25 ein Freiraum zwischen der Fliehkrafthülse 16 und dem Rotormast 4 besteht. Die Fliehkrafthülse 16 ist damit frei gegenüber dem Rotormast 4 beweglich. Man könnte auch sagen, die Fliehkrafthülse 16 ist schwimmend angeordnet. Sie ist z.B. aus einem metallischen Werkstoff hergestellt, sie kann jedoch auch aus einem Faserverbundwerkstoff oder anderen geeigneten Materialien gefertigt sein.

30

Damit die Fliehkrafthülse 16 nicht axial verrutscht oder herausfällt, kann zwischen der Fliehkrafthülse 16 und dem Rotormast 4 z.B. ein elastisches Zwischenelement

(ein Elastomerelement oder dergleichen) angeordnet sein. Dieses ist in der Fig. 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Das elastische Zwischenelement kann auch Dämpfungsfunktionen übernehmen und ist gleichzeitig der Anschlussweichheit der Rotorblätter 8 zuträglich, ohne hierbei die insbesondere für das Schlagen der Rotorblätter 8 erforderliche Biegeverformung der Blattanschlussschlaufen 10 zu behindern. Für eine axiale Sicherung der Fliehkrafthülse 16 kann diese z.B. auch einen oder mehrere Kragen, Flansche, Vorsprünge oder andere Sicherungselemente aufweisen, welche sich z.B. am Rotorkopfsterm 6 und/oder den Blattanschlussschlaufen 10 abstützen.

10

Fig. 3 zeigt eine schematische Seitenansicht des Rotors von Fig. 1 in Blickrichtung der Pfeile III-III in Fig. 1. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit sind in der Fig. 3 nur zwei Rotorblätter 8 dargestellt, und der Rotorkopfsterm 6 sowie der Rotormast 4 wurden weggelassen. Wie der Zeichnung entnehmbar ist, besitzt eine jeweilige Blattanschlussschleife 8 zwei Schlaufenabschnitte (d.h. die Schlaufenarme 10b, 10c), die sich bezogen auf die Axialrichtung bzw. Achse A des Rotormastes 4 weitgehend in unterschiedlichen Ebenen relativ zueinander erstrecken und zu einer Schleife vereinigt sind. Dies ist für die Ineinanderschachtelung der einzelnen Rotorblattschlaufen 10 wichtig und gewährleistet gleichzeitig, dass alle Rotorblätter 8 in einer gemeinsamen Ebene liegen.

Grundsätzlich ist es im Sinne der Erfindung jedoch auch denkbar, dass die Schlaufenabschnitte 6a der Blattanschlussschleife 10 selbst in einer gemeinsamen Ebene liegen. Bei einem Rotor mit mehreren Rotorblättern 8 können die Blattanschlussschlaufen 10 dann z.B. in Axialrichtung A des Rotormastes 4 übereinander gelegt oder geschichtet sein. Der dadurch entstehende axiale Versatz der Rotorblätter 8 ist hierbei aufgrund der geringen Dicke der Blattanschlussschlaufen 10 vernachlässigbar.

30

Bei der erfindungsgemäßen Rotorkonstruktion trägt die gegenüber dem Rotormast 4 frei bewegliche ringartige Fliehkrafthülse 16 die im laufenden

Rotorbetrieb an den drehenden Rotorblättern 8 auftretenden sehr hohen Fliehkräfte ab und verhindert, dass diese direkt auf den Rotormast 4 lasten. Da mehrere Rotorblätter 8 über ihre Blattanschlussschlaufen 10 an die Fliehkrafthülse 16 angeschlossen sind und sich die Rotorblätter 8 paarweise
5 gegenüberliegen, wird über die Fliehkrafthülse 16 gewissermaßen ein durchgehender, unterbrechungsfreier Fliehkraftstrang zu dem jeweils gegenüberliegenden Rotorblatt 8 gebildet, wobei der Kraftfluss um den Rotormast 4 herum verläuft. Dies hat den Vorteil, dass die beträchtlichen Fliehkräfte eines jeweiligen Rotorblattes 8 direkt durch das gegenüberliegende Rotorblatt 8
10 abgesetzt und kompensiert werden. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass dieses Prinzip auch dann funktioniert, wenn der Rotor über eine Rotorblattzahl, z.B. eine ungerade Rotorblattzahl, verfügt, bei dem die sich die jeweiligen Rotorblätter 8 nicht um 180° versetzt gegenüberliegen, da sich die jeweiligen Fliehkraftanteile entsprechend verteilen.

15

Der große Durchmesser der Fliehkrafthülse 16 in Verbindung mit einem entsprechend angepassten großen Schlaufenradius der Blattanschlussschlaufen 10 gewährleistet eine günstige Krafteinleitung und Belastungsverteilung. Diese Bauteile können daher mit einer geringen Wandstärke gebaut werden, was
20 wiederum der Schlagweichheit und einem geringen Gewicht zugute kommt.

Die Verbindungslaschen 12 haben bei dem erfindungsgemäßen gelenklosen Rotor die Aufgabe, die im laufenden Rotorbetrieb auftretenden Schwenkmomente aufzunehmen und das Antriebsdrehmoment auf den Rotor zu übertragen. Da die
25 von den Rotorblättern 8 ausgehenden Fliehkräfte, wie gesagt, von der Fliehkrafthülse 16 abgetragen werden, sind die Verbindungslaschen 12 im normalen Rotorbetrieb nicht durch diese Fliehkräfte beaufschlagt. Die an den Verbindungslaschen 12 auftretenden Belastungen sind deshalb nur relativ gering, und die Verbindungslaschen 12 können folglich sehr dünn, leicht und in
30 Schlagrichtung sehr biegeweich ausgeführt werden. Darüber hinaus bieten die Verbindungslasche 12 und der Bolzen 14, mit dem die Lasche 12 am Rotorkopfsterm 6 befestigt ist, im Falle des Versagens oder übermäßigen

Deformierens der Fliehkrafthülse 16 eine vorteilhafte Redundanz, da sie dann die Fliehkräfte der Rotorblätter 8 noch im Notbetrieb aufnehmen und auf den Rotorkopfstern 6 übertragen können.

- 5 Insgesamt sind bei dem erfindungsgemäßen Rotor also diejenigen Bereiche, welche die Rotorblatt-Fliehkräfte abtragen (d.h. die reinen Blattanschlussschlaufen 10) und diejenigen Teile, welche ein Antriebsdrehmoment vom Rotormast auf den Rotorkopf übertragen (d.h. die Verbindungslaschen 12), sowohl funktional als auch belastungsmäßig
- 10 voneinander getrennt in einem gemeinsamen Bauteil ausgebildet. Der ganze Rotorkopf 2 kann somit - nur beeinflusst durch die Steifigkeit bzw. Biegeweichheit der Verbindungslaschen 12 und der Blattanschlussschlaufen 10 - in Schlagrichtung, verschiedene Neigungen gegenüber dem Rotormast 4 einnehmen. Dies erlaubt es zum Beispiel, den erfindungsgemäßen Rotor ohne
- 15 diskrete Elemente nur durch die Elastizität der beteiligten Bauelemente als einen sogenannten Gimbalrotor auszugestalten.

- Fig. 4 zeigt eine schematische, stark vereinfachte perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotors gemäß einer zweiten Ausführungsform. Diese
- 20 Version entspricht weitgehend der von Fig. 1 bis 3. Davon abweichend besitzen die Blattanschlussschlaufen 10 jedoch keine Verbindungslasche und der Rotorkopfstern 6 mit seinen Armen 6a ist im Vergleich zu Fig. 1 um ca. 45° versetzt angeordnet. Die Blattanschlussschlaufen 10 sind an einem Überlappungsbereich ihrer jeweiligen Schlaufenstränge jeweils über einen Bolzen
- 25 14 oder ein anderes geeignetes Verbindungsmittel sowohl drehfest mit dem Rotorkopfstern 6 als auch untereinander verbunden. Pro Schlaufe 10 ergeben sich damit jeweils zwei Verbindungsstellen.

- Der erfindungsgemäße Rotor wird bei einem Drehflügelflugzeug, insbesondere bei
- 30 einem Hubschrauber oder einem Kipprotorhubschrauber eingesetzt. Ein solches Drehflügelflugzeug kann je nach Ausgestaltungsform einen oder mehrere erfindungsgemäße Rotoren aufweisen.

Die Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele, die lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dienen, beschränkt. Im Rahmen des Schutzzumfangs kann der erfindungsgemäße Rotor vielmehr auch
5 andere als die oben konkret beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen. Der Rotor kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den Merkmalen des Hauptanspruchs und allen oder nur einigen Einzelmerkmalen der zugehörigen Unteransprüche darstellen, wie durch die jeweiligen Rückbezüge angedeutet ist. Der erfindungsgemäße Rotor kann
10 insbesondere für eine andere Anzahl von Rotorblätter als in den obigen Beispielen ausgebildet sein. Er kann z.B. auch ein, zwei, drei, fünf oder mehr Rotorblätter aufweisen. Im Falle eines einblättrigen Rotors kann beispielsweise ein Rotorblatt-Gegengewicht, welches ebenfalls eine Anschlussschlaufe aufweist und gegenüber dem Rotorblatt um 180° versetzt angeordnet ist, die
15 Fliehkraftkompensation übernehmen. Des Weiteren ist es möglich, dass die Blattanschlussschlaufe mehrere nebeneinander und/oder übereinander verlaufende Schlaufenstränge oder Schlaufenschichten besitzt, welche sowohl untereinander verbunden als auch lose übereinanderliegend angeordnet sein können. Die Blattanschlussschlaufe kann also in mehreren Richtungen und
20 Ebenen nochmals aufgeteilt sein.

Anstelle einer aus einem geschlungenen Schlaufenstrang gebildeten Blattanschlussschlaufe kann auch eine Variante vorgesehen sein, bei der die Schlaufe in Form eines mit einer Bohrung versehenen Lochleibungslaminats
25 ausgebildet ist, wobei sich die Rotorachse A bzw. der Rotormast durch diese Bohrung erstreckt. Ein solches Lochleibungslaminat ist insbesondere aus einem plattenförmigen Werkstück herstellbar.

Eine Blattanschlussschlaufe kann zudem nicht nur eine, sondern auch mehrere
30 Verbindungsfasern aufweisen, die nicht oder nicht nur in Längsrichtung des Rotorblattes an der einer Rotorblattspitze abgewandten Seite der

Blattanschlussschlaufe angeordnet sein müssen, sondern auch an anderen Stellen der Blattanschlussschlaufe vorgesehen sein können.

5 Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

- | | | |
|----|-----|---|
| 5 | | |
| | 2 | Rotorkopf |
| | 4 | Rotormast |
| | 6 | Rotorkopfsterne / Drehmomentenübertragungselement |
| | 6a | Arme von 6 |
| 10 | 8 | Rotorblätter |
| | 10 | Blattanschlussschlaufe |
| | 10a | Schlaufenfußbereich |
| | 10b | Schlaufenarm |
| | 10c | Schlaufenarm |
| 15 | 12 | Verbindungsflasche / Verbindungsabschnitt |
| | 14 | Bolzen |
| | 16 | Ringartige Fliehkrafthülse |
| | A | Rotorachse |
| 20 | L | Rotorblatt-Längsachse |

Patentansprüche

1. Gelenkloser Rotor, insbesondere für ein Drehflügelflugzeug, umfassend:
5 einen Rotorkopf (2), einen Rotormast (4) mit einer Rotorachse (A), ein drehfest mit dem Rotormast verbundenes Drehmomentenübertragungselement (6), mindestens ein Rotorblatt (8) und einen rotorkopfseitigen Rotorblattanschluss mit einer fliehkraftabtragenden Blattanschlussschleufe (10), welche die Rotorachse (A) bzw. den
10 Rotormast (4) umschlingt und mit dem Drehmomentenübertragungselement (6) drehfest verbunden (12, 14) ist.
2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 sich die Blattanschlussschleufe (10) in Längsrichtung (L) des Rotorblattes (8) erstreckt.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Blattanschlussschleufe (10) in sich geschlossen ist.
4. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Blattanschlussschleufe (10) offen ausgebildet ist und über mindestens ein Schlaufenschließelement zum Verschließen der offenen Blattanschlussschleufe (10) verfügt.
5. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Blattanschlussschleufe (10) einen abgeflachten, streifenförmigen Schlaufenstrang besitzt.

6. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Blattanschlussschlaufe (10) mindestens zwei Schlaufenabschnitte (10b,
5 10c) besitzt, die sich weitgehend in unterschiedlichen Ebenen relativ
zueinander erstrecken und zu einer Schlaufe vereinigt sind.
7. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 Blattanschlussschlaufe (10) mehrere nebeneinander und/oder
übereinander verlaufende Schlaufenstränge besitzt.
8. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Blattanschlussschlaufe (10) integraler Bestandteil des Rotorblattes (8)
ist.
9. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, mit
mehreren Rotorblätter (8),
20 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Blattanschlussschlaufen (10) der mehreren Rotorblätter (8) in
Axialrichtung (A) des Rotormastes (4) übereinander angeordnet sind.
10. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, mit
mehreren Rotorblätter (8),
25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Blattanschlussschlaufen (10) der mehreren Rotorblätter (8)
ineinanderhängend ausgebildet sind.

11. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, mit mehreren Rotorblätter (8),
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Blattanschlussschlaufen (10) der mehreren Rotorblätter (8) an mindestens einer Stelle miteinander verbunden (14) sind.
12. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Blattanschlussschlaufe (10) in Form eines mit einer Bohrung versehenen Lochleibungslaminats ausgebildet ist und sich die Rotorachse (A) durch diese Bohrung erstreckt.
13. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
15 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Blattanschlussschlaufe (10) mindestens einen von der Achse (A) des Rotormastes (4) radial beabstandeten Verbindungsabschnitt (12) besitzt, an dem die Blattanschlussschlaufe (10) mit dem Drehmomentenübertragungselement (6) verbunden ist.
20
14. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verbindungsabschnitt als mindestens eine Verbindungslasche (12) ausgestaltet ist.
25
15. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mindestens eine Verbindungslasche (12) in Längsrichtung (L) des Rotorblattes (8) an der einer Rotorblattspitze abgewandten Seite der Blattanschlussschlaufe (10) angeordnet ist.
30

16. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich der Rotormast (4) im Bereich des Rotorkopfes (2) anbindungsfrei
5 durch eine ringartige Fliehkrafthülse (16) erstreckt, und die
Blattanschlussschlaufe (10) um die Fliehkrafthülse (16) herum gelegt ist.
17. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 zwischen der ringartigen Fliehkrafthülse (16) und dem Rotormast (4) ein
elastisches Zwischenelement angeordnet ist.
18. Rotor nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 dieser zusätzlich als lagerloser Rotor ausgebildet ist.
19. Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, insbesondere ein
Kipprotorhubschrauber, umfassend mindestens einen gelenklosen Rotor
nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18.

1/2

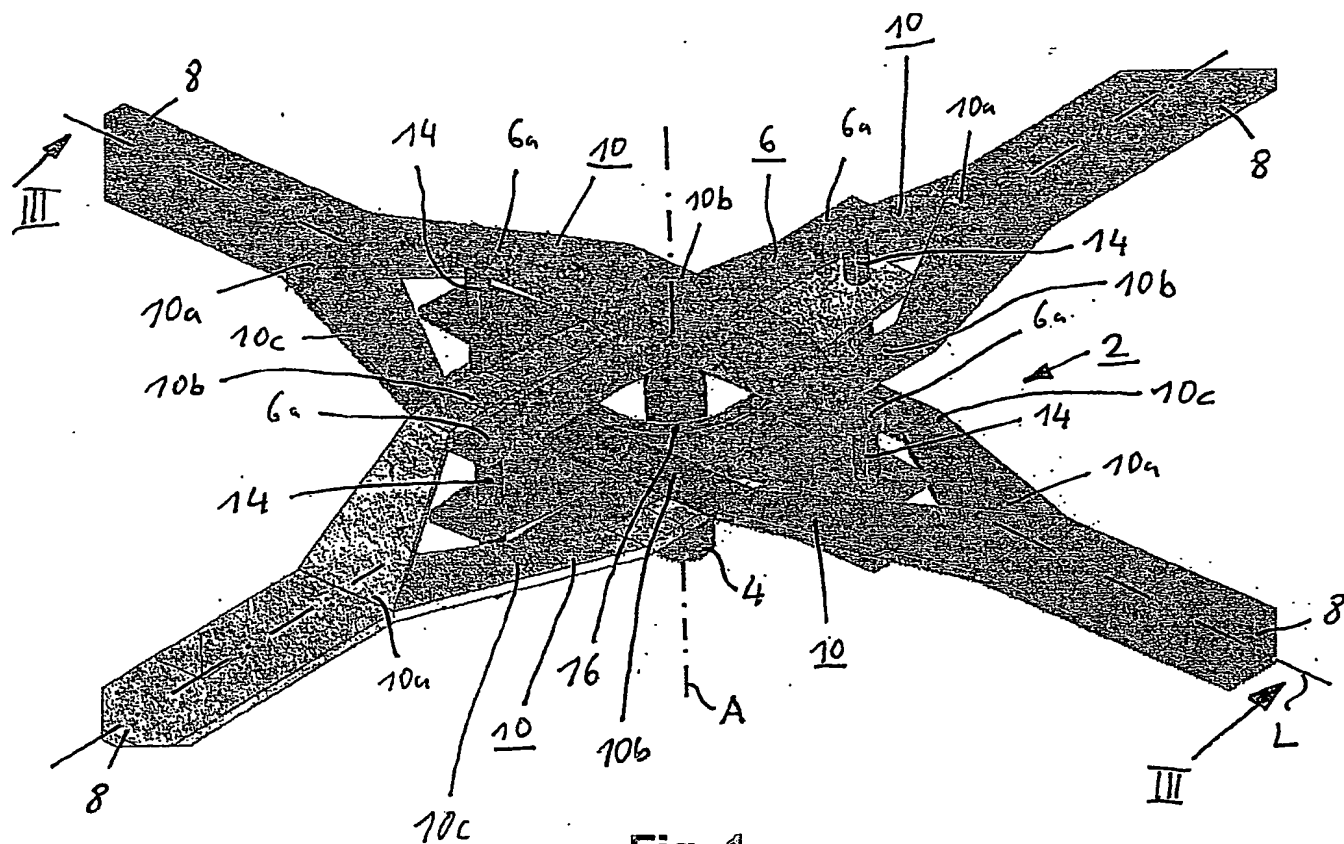


Fig. 1

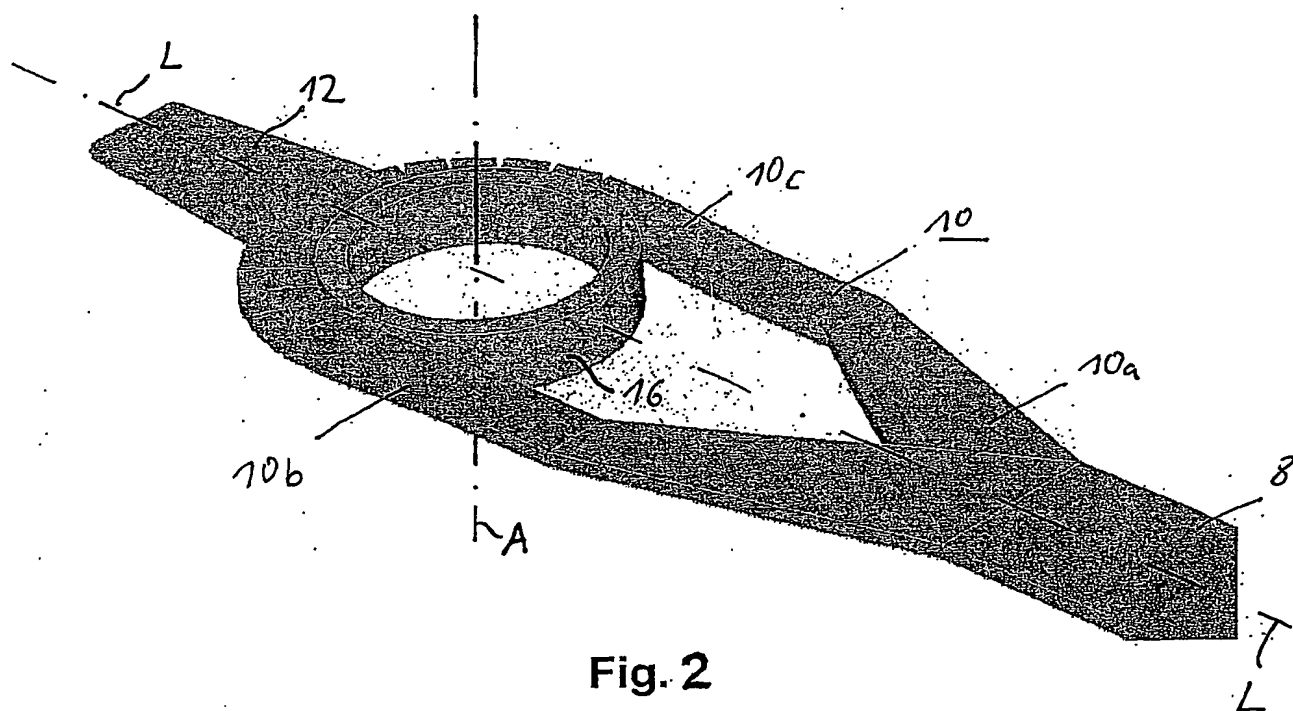


Fig. 2

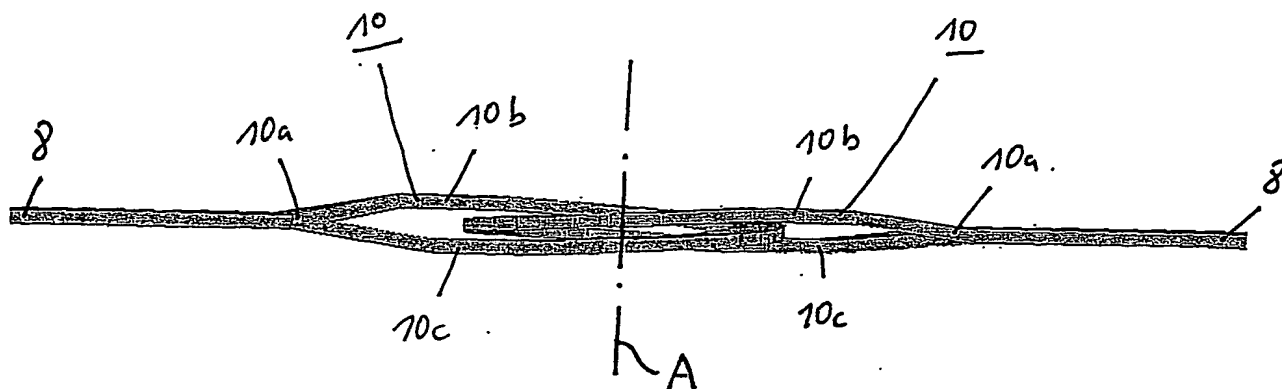


Fig. 3

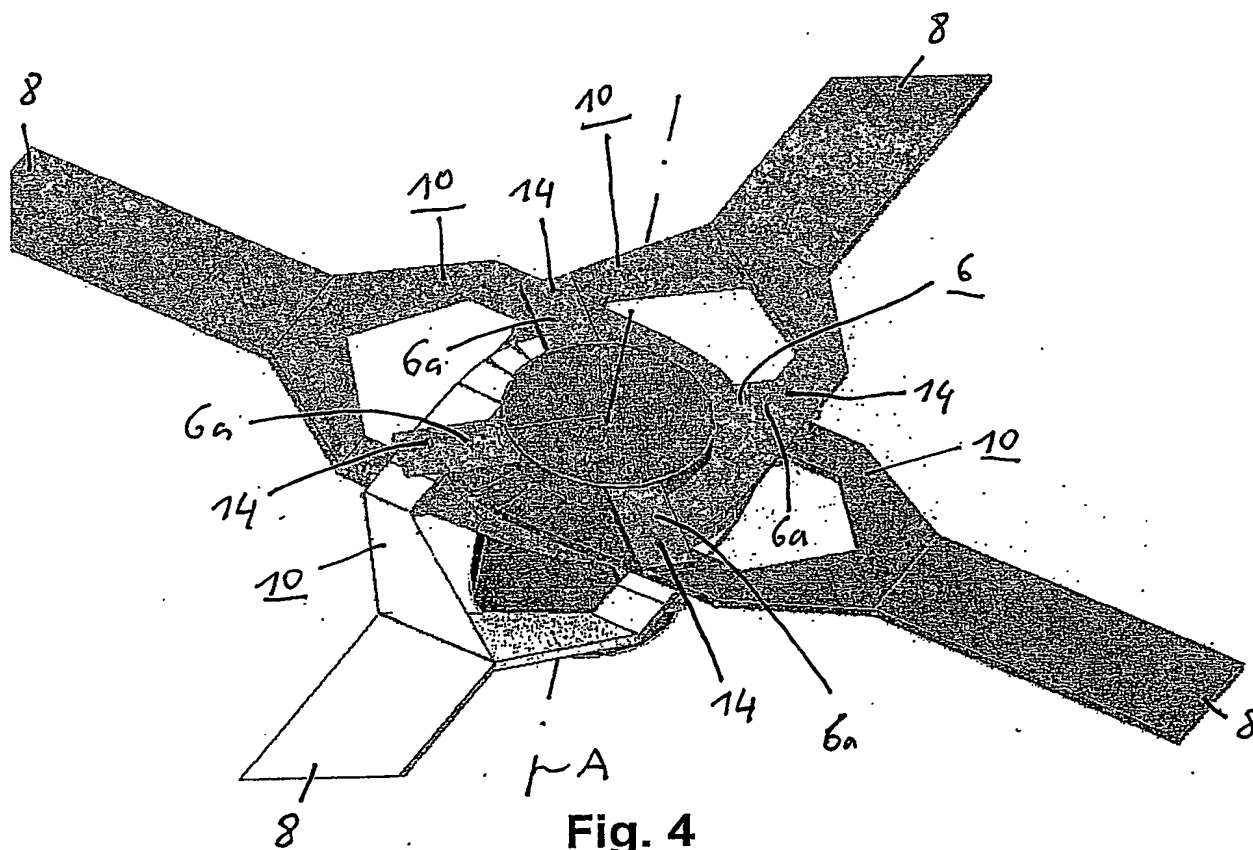


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/003641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B64C27/33 B64C27/48 B64C27/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 37 802 C (EUROCOPTER DEUTSCHLAND) 28 October 1999 (1999-10-28) cited in the application column 1, line 62 - column 2, line 29 column 2, last line - column 4, line 18 claim 1	1-3, 12, 18, 19
A	US 5 820 344 A (HINES MURRAY J ET AL) 13 October 1998 (1998-10-13) abstract figures 1-3 column 2, line 16 - line 23 column 2, line 27 - column 3, line 28 column 4, line 25 - column 5, line 12 ----- -/-	1-3, 5-11, 13, 18, 19

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the International filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

23 June 2004

Date of mailing of the International search report

01/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3015

Authorized officer

Calvo de No, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/003641

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 4 299 538 A (FERRIS DONALD L ET AL) 10 November 1981 (1981-11-10) abstract figures 2,3a,3b,5a-6b column 4, line 19 - column 5, line 54</p>	1-3,19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/003641

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19837802	C	28-10-1999	DE 19837802 C1	28-10-1999
			EP 0980824 A2	23-02-2000
US 5820344	A	13-10-1998	NONE	
US 4299538	A	10-11-1981	AU 525462 B2	04-11-1982
			AU 5342779 A	12-06-1980
			BE 880445 A1	01-04-1980
			CA 1113441 A1	01-12-1981
			DE 2949156 A1	26-06-1980
			FR 2443382 A1	04-07-1980
			GB 2036677 A ,B	02-07-1980
			IL 58879 A	30-04-1982
			IT 1126494 B	21-05-1986
			JP 55091499 A	11-07-1980

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003641

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B64C27/33 B64C27/48 B64C27/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 37 802 C (EUROCOPTER DEUTSCHLAND) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 2, Zeile 29 Spalte 2, letzte Zeile - Spalte 4, Zeile 18 Anspruch 1	1-3, 12, 18, 19
A	US 5 820 344 A (HINES MURRAY J ET AL) 13. Oktober 1998 (1998-10-13) Zusammenfassung Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 23 Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 3, Zeile 28 Spalte 4, Zeile 25 - Spalte 5, Zeile 12 ----- -/--	1-3, 5-11, 13, 18, 19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

23. Juni 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

01/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5616 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Calvo de No, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/003641

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 4 299 538 A (FERRIS DONALD L ET AL) 10. November 1981 (1981-11-10) Zusammenfassung Abbildungen 2,3a,3b,5a-6b Spalte 4, Zeile 19 – Spalte 5, Zeile 54</p>	1-3,19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003641

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19837802 C	28-10-1999	DE 19837802 C1 EP 0980824 A2	28-10-1999 23-02-2000
US 5820344 A	13-10-1998	KEINE	
US 4299538 A	10-11-1981	AU 525462 B2 AU 5342779 A BE 880445 A1 CA 1113441 A1 DE 2949156 A1 FR 2443382 A1 GB 2036677 A ,B IL 58879 A IT 1126494 B JP 55091499 A	04-11-1982 12-06-1980 01-04-1980 01-12-1981 26-06-1980 04-07-1980 02-07-1980 30-04-1982 21-05-1986 11-07-1980